

## KARASUYUN ARAZİDE ARITIM YÖNTEMİYLE BERTARAFI

*F. Olcay KOCAER\**  
*Selnur UÇAROĞLU\**  
*Hüseyin S. BAŞKAYA\**

**Özet:** Son yıllarda, yüksek kirlilik potansiyeline sahip zeytinyağı endüstrisi karasularının araziye verilerek bertarafı, üzerinde önemle durulan bir alternatif olarak gündeme gelmiştir. Bu çalışmada, Bursa Demirtaş bölgesinden alınan tınlı bir tarım toprağına 100 m<sup>3</sup>/ha oranında karasu uygulanarak bir lizimetre deneyi yürütülmüş, kolonlara verilen karasu hacmi kadar sızıntı suyu kolon diplerinden toplandıktan sonra sızıntı suları ile kolonlardan boşaltılan toprak katmanlarındaki bazı kimyasal parametrelerin değişimleri incelenmiştir. Sonuçlar, kullanılan tınlı toprağın, karasuyun organik ve inorganik kirliliğini azaltmada oldukça etkili olduğunu göstermiştir. Karasu uygulamasıyla özellikle 0-20 cm'lik yüzey toprağında organik karbon, azot, fosfor ve iletkenlik değerlerinin belirgin bir artış gösterdiği görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** araziye uygulama, karasu, kolon çalışması, sızıntı suyu, toprak.

### Land Disposal of Olive Oil Vegetation Water

**Abstract:** Land disposal of vegetation water from olive oil mills with high pollution potential has become of increasing importance in recent years. In this study, a column trial was conducted and the vegetation water from Edremit region was applied to loamy soil samples which were taken from Bursa Demirtaş region with doses of 100 m<sup>3</sup>/ha. The variations of some chemical parameters in leachates and soil samples were evaluated. The results of the study indicated that loamy soil was very effective in reducing organic and inorganic pollution of vegetation water. Application of vegetation water significantly increased the organic carbon, nitrogen, phosphorus and conductivity of the upper (0-20 cm) soil layer.

**Key Words:** column trial, land application, leachate, soil, vegetation water.

## 1.GİRİŞ

Ülkemiz ekonomisi açısından zeytin işleme ve zeytinyağı sektörü büyük önem taşımaktadır. Türkiye, zeytin üretiminde İtalya, İspanya ve Yunanistan'ın ardından dördüncü sırayı almaktadır. Zeytinyağı üretim işletmelerinde proses sonucu zeytinyağı, katı atık (pirina) ve sıvı atık (karasu) olmak üzere üç faz oluşmaktadır. Kirlilik yükü oldukça yüksek olan karasuyun miktarı ve fizikokimyasal özellikleri üretim yerine, ürün alınan ağacın yaşına, hasat sezonuna, ürünün o yıl var veya yok olmasına, zeytin çeşidine ve ekstraksiyon metotlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Vlyssides ve diğ., 1996). Tipik zeytinyağı endüstrisi karasularının, BOI seviyeleri 28 700 – 90 200 mg/l, KOI seviyeleri 49 500 – 208 000 mg/l, AKM seviyeleri 9 600 – 23 000 mg/l, pH değerleri ise 5.1 – 5.5 arasında değişmektedir (Boari ve diğ., 1984).

Kirlilik potansiyeli oldukça yüksek olan karasuyun arıtımı ve uzaklaştırılması, tüm Akdeniz ülkelerinde çözüm bekleyen önemli bir çevresel problem olarak kabul edilmektedir. Karasu arıtımı için önerilen pek çok yöntem mevcuttur. Lagünde buharlaştırma yada sulama amaçlı kullanma, buharlaşma ve sızma için araziye boşaltma, kompostlaştırma, termal konsantrasyon, fizikokimyasal ve biyolojik arıtmanın yanı sıra organik gübre olarak kontrollü bir şekilde toprağına deşarj etme ve hayvan yemi olarak kullanma son zamanlarda uygulanan yöntemler arasındadır (Parades ve diğ., 1999). İspanya'da 1989 yılında zeytinyağı endüstrisi atıksuları için uygulanan farklı arıtma proseslerinin teknik ve ekonomik değerlendirilmesinin

\* Uludağ Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Görükle, Bursa.

yapıldığı bir proje yürütülmüştür. Genellikle en etkili sistemler kirliliğin basamak basamak azaltıldığı kombine sistemler olarak kabul edilirken, buharlaştırıcıların kullanıldığı tek basamaklı sistemler kirlilikte kabul edilebilir bir azalmayı gerçekleştirebilmiştir. Ancak yine de bu arıtma sistemleri BOİ değerini 3000mg/l, KOİ değerini ise 4000mg/l gibi, yönetmelik sınır değerlerinin üzerinde bir seviyeye düşürebilmişlerdir. Proje sonunda elde edilen düşük verim ve yüksek maliyete bağlı olarak, küçük ve orta büyüklükteki işletmeler için bu tip sistemlerin uygun olmadığı savunulmuştur (Cabrera ve diğ. 1996).

Zeytinyağı endüstrisi atıksuları için bir arıtım alternatifi olan arazide arıtım/ arazide faydalanma son yıllarda oldukça önem kazanmıştır. Toprak ve arazi özellikleri ve iklimsel koşullar uygun olduğunda, yüksek dozda uygulamanın yapıldığı (örneğin 5000m<sup>3</sup>/ha) arazide arıtım yöntemi bir çözüm olabilmektedir (Cabrera ve diğ., 1996). Zeytinyağı endüstrisi atıksularının, su ve gübre değerinin geri kazanılması için uygulanan doğrudan sulama yönteminin kullanımı, yüksek organik madde içeriği ile polifenol ve tuz içeriğinin neden olduğu fitotoksik etkiler sebebiyle sınırlı olmaktadır (Gonzales, 1990). Ancak uygun dozlarda ve kontrollü olarak uygulanan zeytinyağı endüstrisi atıksularının toprağın verimliliğini arttırmak, toprakta azotu fikse eden bakteri popülasyonunu canlandırmak, toprak agregatlarının stabilitesini ve su tutma kapasitesini geliştirmek gibi faydalı etkileri vardır (Ramos-Cormenzana ve diğ., 1995).

Akdeniz ülkelerinde karasuyun araziye uygulanmasının toprak ekosistemi üzerindeki etkilerini belirlemeye yönelik çok sayıda çalışma yürütülürken, büyük miktarlarda karasuyun açığa çıktığı ülkemizde bu konuda yeterince çalışma yapıldığını söylemek zordur. Türkiye gibi gelişmekte olan bir ülke için pahalı arıtım alternatiflerinden önce karasuyun arazide arıtımına yönelik çalışmalara girilmesi ve bu yöntemin ülkemiz şartlarındaki çevresel etkilerinin ortaya konması şüphesiz en akılcı yaklaşım olacaktır. Karasuyun toprağa verilerek bertaraf edilmesi konusunda bir ön araştırma niteliği taşıyan bu çalışmada, Bursa Demirtaş bölgesinden alınan bir tarım toprağına 100 m<sup>3</sup>/ha oranında karasu uygulanarak bir kolon çalışması yürütülmüştür. Sızıntı sularında ve karasu uygulanmış toprakta bazı kirletici parametreler belirlenerek, toprağın kirleticileri tutma kapasitesi incelenmiştir.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Materyal

Çalışmada kullanılan toprak örnekleri Bursa Demirtaş yöresindeki bir tarım arazisinden farklı derinliklerden alınmıştır (0-20 cm-T1, 20-40 cm-T2, 40-60 cm-T3 ve 60-80 cm-T4). Karasu örneği ise Edremit bölgesindeki sürekli işletilen bir zeytinyağı işletmesinden temin edilmiştir. Toprak ve karasu özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

### 2.2. Metot

Toprakların tekstürleri mekanik analiz yöntemi ile belirlenmiştir (Gee ve Bauder, 1982). Örneklerin pH ve EC<sub>25°C</sub> değerleri, 1:2,5 (ağırlık/hacim) toprak su ekstraktında ölçülmüştür (Mc Lean, 1982). Suda çözünebilir Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup> ve Mg<sup>++</sup> konsantrasyonları Rhoedes (1982) tarafından bildirildiği şekilde belirlenmiştir. Örneklerdeki toplam-N miktarı Kjeldahl yöntemiyle, amonyum-N ve nitrat-N konsantrasyonları ise su buharı destilasyonu ile belirlenmiştir (Bremner ve Mulvaney, 1982; Keeney ve Nelson, 1982). Toplam P belirlenmesi için nitrik asit-sülfirik asit karışımıyla yaş yakma yapılmış, yarıyışlı P için ise NaHCO<sub>3</sub> ekstraksiyonu uygulanmıştır (Olsen ve Sommers, 1982). Ekstraktlardaki P askorbik asit yöntemine göre belirlenmiştir (Anonim, 1998). Topraklardaki kolay okside olabilir organik karbon (OC) Walkley-Black yöntemiyle belirlenmiştir (Nelson ve Sommers, 1982).

Kolona uygulanan karasudaki ve kolon diplerinden alınan sızıntı sularında pH, EC<sub>25°C</sub>, KOİ, toplam katı madde, toplam PO<sub>4</sub>-P, katyonlar, toplam N, amonyum-N ve nitrat-N parametreleri Standart Metotlara göre belirlenmiştir (Anonim, 1998).

### 2.3. Kolon çalışması

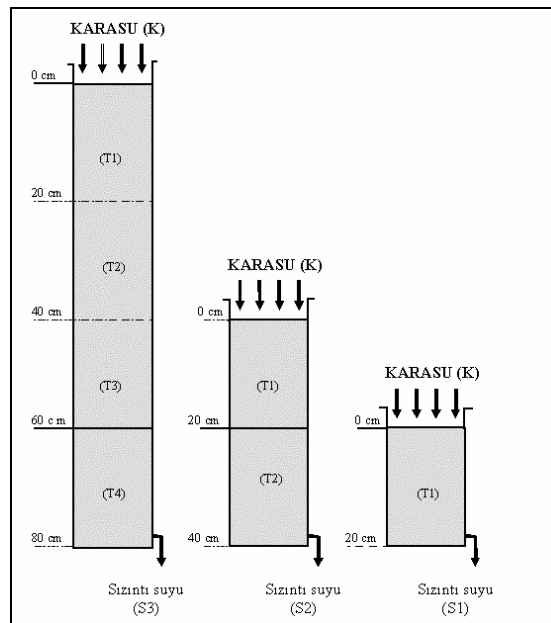
Bu çalışmada 20, 40 ve 80 cm boyunda ve 10,5 cm iç çapında üç ayrı PVC kolon kullanılmıştır. Karasu uygulama oranı, kirleticilerin toprağı yapacağı olumsuz etkileri minimum seviyede tutacak şekilde 100 m<sup>3</sup>/ha olarak seçilmiştir (Cabrera ve diğ., 1996). Karasu uygulamasından önce kolonlara saf su

verilerek toprakların doymun hale gelmesi sağlanmış ve kolon diplerinden damlama durduktan sonra karasu uygulaması yapılmıştır. Belirlenen oranda ham karasu su ile 10 kat seyreltilerek kolonlara uygulanmıştır. Böylece toprağa verilecek seyreltik karasuyun  $EC_{25^{\circ}C}$  değeri IV. sınıf sulama suyu kriterlerine (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usüller Tebliği, 1991) uygun şekilde getirilmiştir. Kolonlara verilen karasu hacmi kadar sızıntı suyu kolon diplerinden toplandıktan sonra kimyasal analizlere başlanmıştır. Toprak profili boyunca kirlenici parametreleri belirlemek amacıyla, deney sonunda 80 cm'lik kolon kullanılarak, 0-20(T1), 20-40(T2), 40-60(T3) ve 60-80(T4) cm tabakalarından toprak örnekleri hazırlanmıştır. Her bir toprak tabakası için pH,  $EC_{25^{\circ}C}$ , organik karbon, yarıyıslı ve toplam  $PO_4$ -P, katyonlar, toplam-N, amonyum-N ve nitrat-N parametreleri belirlenmiştir. Yürütölen kolon çalışmasının Őematik diyagramı Şekil 1'de görölmektedir.

**Tablo 1.**  
**Çalışmada kullanılan toprak ve karasu örneklerinin bazı kimyasal özellikleri**

Parametre	Ham Karasu (mg/L)	10 Kat Seyreltilmiş Karasu (K) (mg/L)	Toprak (mg/kg kuru toprak)			
			T1	T2	T3	T4
%Kum	-	-	48	52	56	58
%Kil	-	-	21	21	17	16
%Silt	-	-	31	27	27	26
Bünye	-	-	Tın	Tın	Kumlu Tın	Kumlu Tın
% $CaCO_3$	-	-	9,6	12,5	8,90	8,55
PH	3,81	4,18	7,94	7,97	8,45	8,40
$EC_{25^{\circ}C}$ , $\mu S$	15220	2200	169	224	192	160
Top. Tuz *	10640	1535	114	153	131	119
Top. katı madde	38000	3800	-	-	-	-
KÖİ	105900	10590	-	-	-	-
Organik karbon	-	-	16140	10850	8556	7564
Kjeldahl N	823	82,3	1287	1010	486	475
Amonyum-N	168	16,8	21,6	14,7	5,44	5,11
Nitrat-N	123	12,3	14,3	17,5	31,7	33,7
Yarıyıslı $PO_4$ -P	-	-	86,9	81,3	62,1	60,2
Top. $PO_4$ -P	262	26,2	1345	919	693	555
$Na^+$	1849	185	44,6	44,5	38,0	105
$K^+$	6093	609	16,68	19,72	6,307	eser
$Ca^{++}$	1200	120	117	76,9	20,0	40,0
$Mg^{++}$	2400	240	35,0	63,5	36,0	6,00

\*Bu parametre  $EC_{25^{\circ}C}$  üzerinden hesaplanarak bulunmuştur.



**Şekil 1:**  
**Yürütölen kolon çalışmasının Őematik diyagramı**

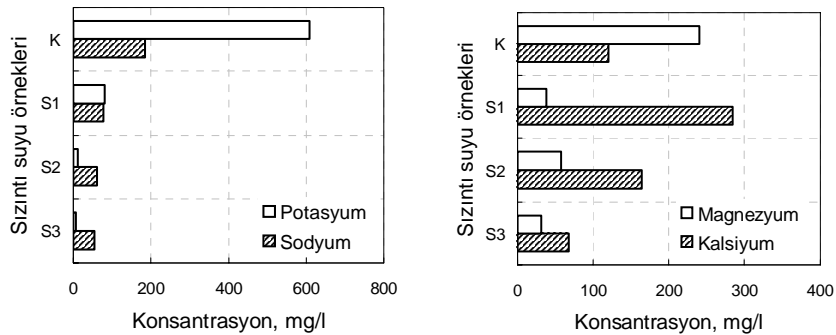
### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. Sızıntı Sularında Meydana Gelen Değişimler

Kolonlardan infiltre olan karasuyun katyon konsantrasyonlarında meydana gelen değişimler Şekil 2'de verilmiştir. Sonuçlar, karasuda bulunan katyonlardan  $K^+$ 'un yaklaşık % 87 oranında toprağın 0-20 cm'lik kısmında tutulduğunu (muhtemelen kısmen fikse olduğu) ve bu tabakada  $Na^+$  iyonlarının toprak tarafından tutulma oranının (%58),  $K^+$ 'a nazaran daha az olduğunu göstermektedir. Topraktaki değişebilir sodyum iyonları diğer katyonlara göre daha zayıf bağlandığından kolay yıkandığı ve bu nedenle yağışlı bölge topraklarında değişebilir sodyum iyonları doygunluğunun çok düşük olduğu literatürden bilinmektedir (Ünal ve Başkaya, 1981). 0-20 cm'lik toprak tabakasından süzülen karasuyun (S1)  $Ca^{+2}$  iyonu konsantrasyonunda ise bir artış tespit edilmiştir. Bu durum, topraktaki kalsiyum ve magnezyum karbonatların asidik karasu etkisiyle çözünmesi ve karasudaki  $Na^+$  ve özellikle  $K^+$  iyonlarının kısmen topraktaki değişebilir  $Mg^{+2}$  ve özellikle  $Ca^{+2}$ 'larla yer değiştirmiş olabileceği varsayımı ile açıklanabilir. Benzer bir tespit Cabrera ve diğ. (1996) tarafından yapılan çalışmada da vurgulanmıştır.

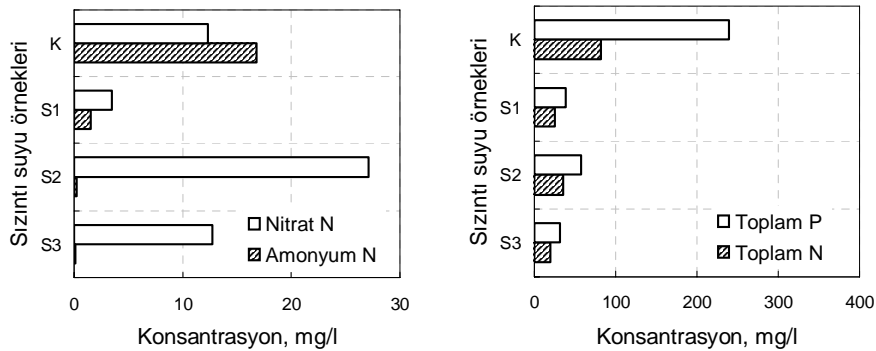
Sızıntı sularındaki azot fraksiyonları ve toplam fosfora ait konsantrasyon değerleri Şekil 3'de verilmiştir. Karasudaki toplam azot, amonyum azotu ve toplam fosfor içeriğinin büyük kısmının toprak tarafından üst katmanlarda tutulduğu görülmektedir. Ancak nitrat azotu için durum farklıdır. Nitrat azotu diğer anyonlar gibi toprağın üst katmanlarında tutunamamış ve yıkanarak alt katmanlarda birikim göstermiştir. Bu durum özellikle yeraltı suyu kirlenme riski açısından dikkate alınmalıdır.

Çalışmada kullanılan karasuyun KOİ değeri 105 900 mg/l olarak bulunmuştur. Bu değer Kavaklı ve Civan (1999) ve Vlyssides ve diğ. (1996) tarafından yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlarla da uyumludur. Karasu uygulanan kolonlardan toplanan sızıntı sularındaki KOİ ve toplam katı madde değişimi Şekil 4'de görülmektedir. Çalışmada 10 kat seyreltilerek uygulanan karasudaki KOİ içeriğinin % 82'lik kısmının toprağın ilk 20cm'lik tabakasında tutulduğu ve tüm katmanlardan süzülen sudaki toplam giderimin % 95'i bulunduğu tespit edilmiştir. Toplam katı madde içeriğinin ise % 50'sinin 0-20 cm'lik tabakada tutulmuş olduğu ve toplam giderimin % 88'e ulaştığı belirlenmiştir.



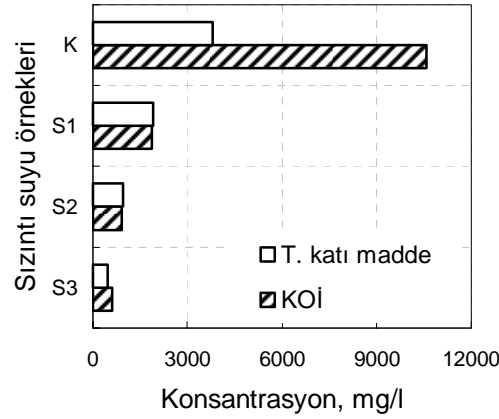
Şekil 2:

Sızıntı sularındaki suda çözünebilir katyon konsantrasyonları



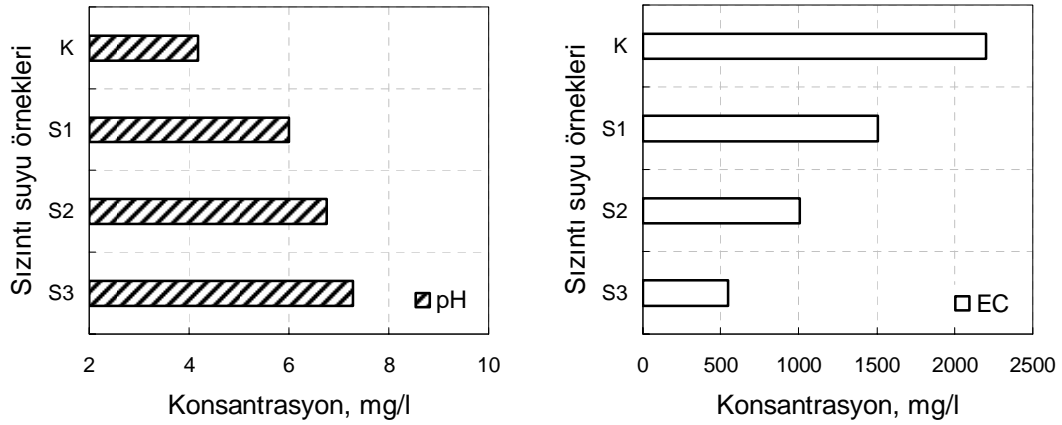
Şekil 3:

Sızıntı sularındaki azot ve fosfor konsantrasyonları



Şekil 4:  
Sızıntı sularındaki KOİ ve toplam katı madde konsantrasyonları

Karasu uygulanan kolonlardan toplanan sızıntı sularının (S1, S2 ve S3) pH değerlerinde kolon boyuyla doğru orantılı bir artış olduğu Şekil 5'te görülmektedir. İnfiltrasyon süresince karasuyun toprağın tamponlama kapasitesinin bir sonucu olarak nötralize olduğu ve pH'nın 4.18'den 7.29'a çıktığı tespit edilmiştir. İspanya'da yapılan bir çalışmada da toprağın karbonat alkalinitesinin asidik karasuyu kompanse ederek nötrleştirdiği vurgulanmıştır (Sierra ve diğ., 2001). Karasu uygulanmış kolonlardan toplanan sızıntı sularındaki toplam tuz değişimleri, Şekil 5'te görülmektedir. S1, S2 ve S3'te belirlenen tuz konsantrasyonları, uygulanan karasuyun toplam tuz içeriğinin %75'inin 0-80 cm'lik toprak tabakası tarafından tutulduğunu göstermektedir. Bu bulgu karasu uygulanmış toprakların tuz içeriğinin periyodik olarak izlenmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

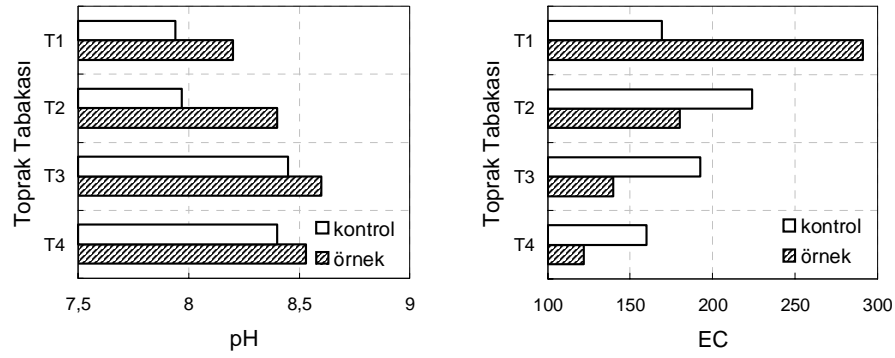


Şekil 5:  
Sızıntı sularının pH ve EC<sub>25°C</sub> değerleri

### 3.2. Toprak Tabakalarında Meydana Gelen Değişimler

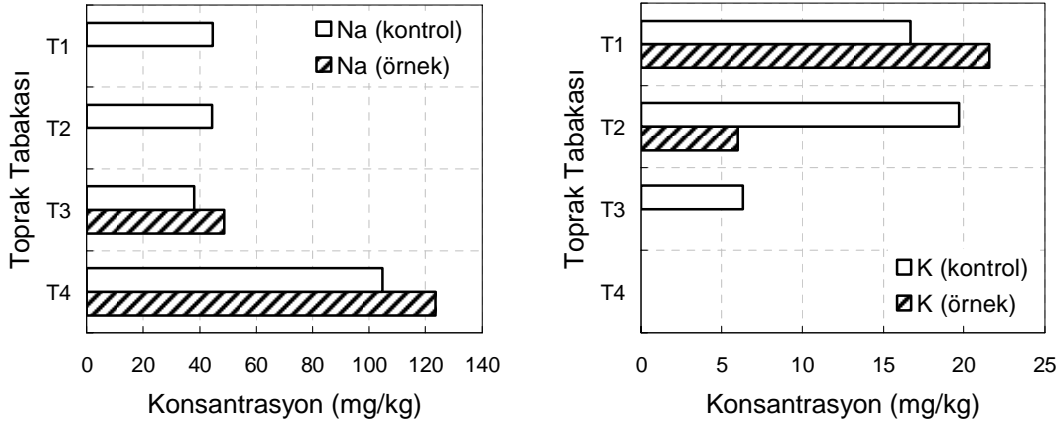
Karasu uygulamasının ardından toprak pH'ında meydana gelen değişimler Şekil 6'da görülmektedir. Asidik karakterli karasu uygulaması sonucu toprak örneklerinde muhtemelen topraktaki karbonatlı bileşiklerin çözünmesine bağlı bir pH yükselmesi tespit edilmiştir. Toprak kolonunun tüm katmanlarında, pH değeri kontrol toprağına göre 0.13 ila 0.43 birim artış göstermiştir.

Karasu uygulanmış toprak örneklerinin elektriksel iletkenlik değerlerinde meydana gelen değişimler Şekil 6'da verilmiştir. Karasu uygulaması sonucu 0-20cm'lik toprak tabakasının (T1) EC<sub>25°C</sub> değerinde önemli bir artış olduğu dikkat çekmektedir. Uygulama öncesi 169.2 µS olarak belirlenen elektriksel iletkenlik değeri yaklaşık %72 oranında artış göstererek 291 µS'e ulaşmıştır.



Şekil 6:  
Toprak örneklerindeki pH ve EC<sub>25°C</sub> değişimleri

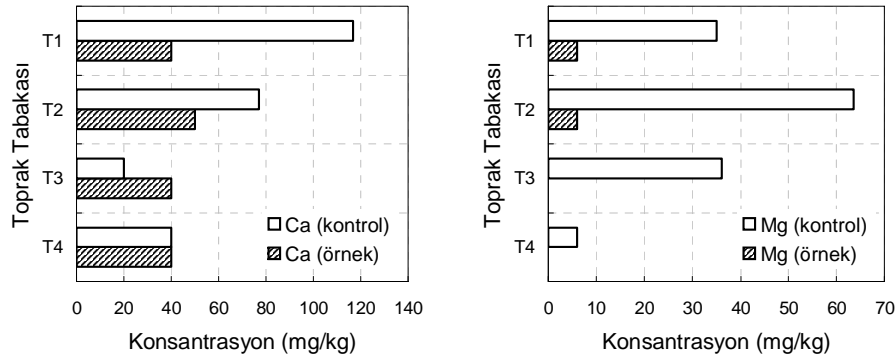
Karasu uygulanan toprakların Na<sup>+</sup> ve K<sup>+</sup> konsantrasyonlarında meydana gelen değişimler Şekil 7'de verilmiştir. Kontrol toprağının 0-20 cm'lik T1 tabakasında ve 20-40 cm'lik T2 tabakasında yaklaşık 40 mg/kg olarak bulunan suda çözünebilir Na<sup>+</sup>, karasu uygulanmış toprakların aynı tabakalarında eser düzeye inmiştir. Topraktaki serbest Na<sup>+</sup> iyonlarının üst katmanlardan büyük ölçüde yıkandığı ve karasudan gelen Na<sup>+</sup> iyonlarının bu tabakalarda kısmen değişebilir formda toprakta tutulmuş olabileceği izlenimi edinilmiştir. T3 ile T4 tabakalarında ise suda çözünebilir Na<sup>+</sup> konsantrasyonu bir birikim göstermiştir. T1 tabakasında belirlenen suda çözünebilir K<sup>+</sup> konsantrasyonu kontrol değerinin üzerindeyken T2 tabakasında kontrol değerinin altında kalmıştır. T3 ve T4 tabakalarında ise (muhtemelen potasyum fiksasyonu sonucu) suda çözünebilir K<sup>+</sup> iyonu tespit edilememiştir.



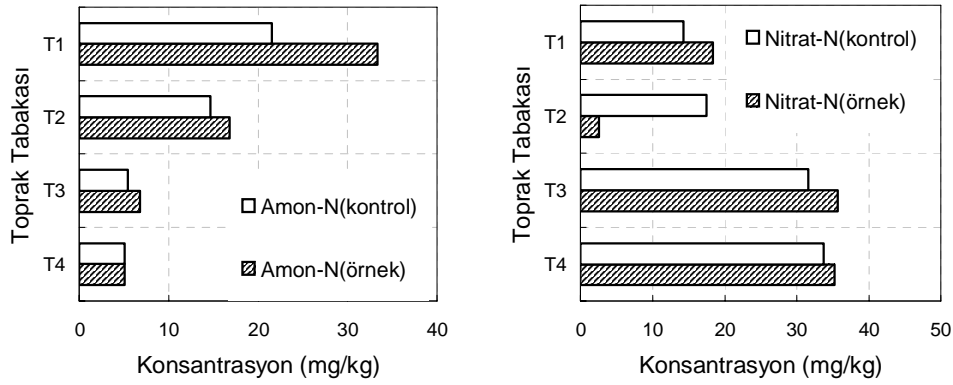
Şekil 7:  
Toprak örneklerindeki Na<sup>+</sup> ve K<sup>+</sup> konsantrasyonlarındaki değişimler

Karasu uygulanmış toprak örneklerindeki Ca<sup>++</sup> ve Mg<sup>++</sup> iyonu konsantrasyonlarında meydana gelen değişimler Şekil 8'de verilmiştir. Karasu uygulanmış toprakların T1 ve T2 tabakalarında belirlenen Ca<sup>++</sup> iyonu konsantrasyonunun kontrol toprağına göre önemli ölçüde düşük olduğu dikkat çekmektedir. T3 tabakasında kontrole nazaran daha yüksek konsantrasyon değerleri belirlenirken, T4 tabakasında bir fark gözlenmemiştir. Karasu uygulanmış toprağın tüm katmanlarında Mg<sup>++</sup> iyonu konsantrasyonu kontrol toprağı katmanlarında belirlenen değerlerden önemli ölçüde düşüktür.

Şekil 9, karasu uygulaması sonucu toprak örneklerinin amonyum ve nitrat azotu miktarlarında meydana gelen değişimleri göstermektedir. Karasu uygulanmış toprağın T1 tabakasında belirlenen amonyum-N konsantrasyonu kontrol değerine göre yaklaşık %50 oranında yüksek bulunurken, diğer tabakalarda önemli bir değişim gözlenmemiştir. Toprak örnekleri nitrat azotu açısından incelendiğinde ise hem kontrol hem de karasu uygulanmış toprakların T3 ve T4 tabakalarında yıkanmaya bağlı benzer bir birikim olduğu görülmüştür.



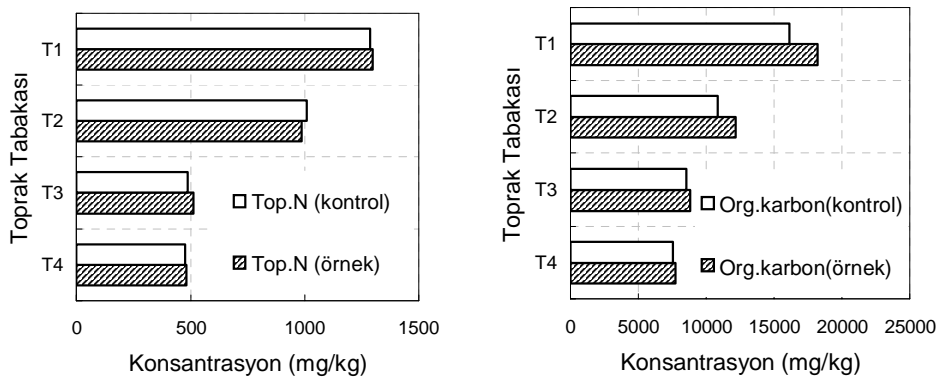
Şekil 8:  
Toprak örneklerindeki Ca<sup>++</sup> ve Mg<sup>++</sup> konsantrasyonlarındaki değişimler



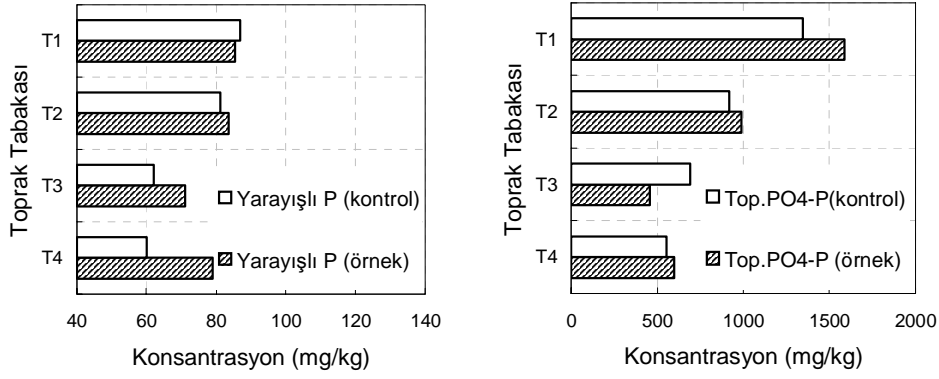
Şekil 9:  
Toprak örneklerindeki amonyum-N ve nitrat-N konsantrasyonlarındaki değişimler

Karasu uygulamasının ardından toprakların toplam azot ve organik karbon konsantrasyonlarında meydana gelen değişimler Şekil 10'da verilmiştir. Karasu uygulanan topraklardaki ve kontrol topraklarındaki toplam azot konsantrasyonları arasında, tüm tabakalarda, önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Ancak yapılan karasu uygulaması tüm tabakalardaki organik karbon konsantrasyonlarında bir artışa sebep olmuştur. Bu artış özellikle yüzeye yakın T1 ve T2 tabakalarında daha belirgindir.

Şekil 11, karasu uygulaması sonucu toprak örneklerinin yarıyıllı ve toplam fosfor miktarlarında meydana gelen değişimleri göstermektedir. Toprağın en üst tabakasında (T1) belirlenen yarıyıllı fosfor konsantrasyonu kontrol toprağı değeriyle benzerlik gösterirken, diğer tabakalardaki (T2, T3 ve T4) yarıyıllı fosfor konsantrasyonları kontrol değerlerinden büyüktür. Yapılan karasu uygulaması toprakların T1 ve T2 tabakalarındaki toplam fosfor konsantrasyonlarında bir artışa neden olmuştur.



Şekil 10:  
Toprak örneklerindeki toplam azot ve organik karbon konsantrasyonlarındaki değişimler



Şekil 11:

Toprak örneklerindeki yarayışlı P ve toplam  $PO_4$ -P konsantrasyonlarındaki değişimler

#### 4. SONUÇLAR

Lizimetre çalışmasında elde edilen sonuçlar, kullanılan tınlı toprağın, karasuyun organik ve inorganik kirliliğini azaltmada oldukça etkili olduğunu göstermiştir. Yapılan çalışmada karasu içeriğindeki kirleticilerin önemli bir bölümünün nötralizasyon, absorpsiyon, adsorpsiyon, katyon değişimi, çökme, çözünme, redoks gibi kompleks mekanizmalar sonucu özellikle toprağın 0-20 cm'lik üst tabakasında tutulduğu izlenimi edinilmiştir.

100 m<sup>3</sup>/ha oranında uygulanan karasuyun toprakta infiltre olmasıyla içeriğindeki azot, fosfor ve organik karbonun büyük oranda toprağın üst tabakasında tutulduğu izlenimi edinilmiştir. Organik karbon içeriği oldukça yüksek olan karasu uygulamasının topraktaki C/N oranını arttırarak toprak verimliliğini düşürebileceği unutulmamalıdır. C/N oranının ayarlanması için karasuyla beraber diğer bir azot kaynağının toprağa ilavesi çözüm olarak düşünülebilir. Karasudaki tuz konsantrasyonunun fazla oluşu, karasu uygulanan arazilerin daha çok topraktaki yüksek tuza dayanıklı bitkiler için uygun olabileceğini düşündürmektedir. NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (ve kısmen Na<sup>+</sup>) gibi mobil iyonların yeraltı sularına karışarak, bu sularda yaratabileceği tuzluluk ve kirlenme riskleri, özellikle aynı araziye yapılan ardışık uygulamalarda gözönünde bulundurulmalıdır.

Karasu uygulamasından sonra toprak katmanları tarafından tutulan fitotoksik özellik gösteren fenolik bileşiklerin topraktaki dağılımının belirlenmesi şüphesiz büyük önem taşımaktadır. Biriken fenolik bileşiklerin toprak ekosistemi ve bitkiler üzerindeki etkilerinin incelenmesi için inkübasyon çalışmalarının yapılması gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca toprak ortamında meydana gelen kimyasal değişimlerin uzun vadede toprak kalitesini ne yönde etkileneceğinin ve toprakta tutulan kirleticilerin uzun vadede yağışların etkisiyle ne oranda yıkanacağını araştırılması gerekmektedir.

#### 5. KAYNAKLAR

1. Anonim (1998) *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20. Edition, American Public Health Association (APHA), Baltimore.
2. Boari, G., Brunetti, A., Passino, R. and Rozzi, A. (1984) Anaerobic Digestion of Olive Oil Mill Wastewaters. *Agricultural Wastes* 10, 161-175.
3. Bremner, J.M., Mulvaney, C.S. (1982) *Nitrogen-Total*, In: *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties* (Page AL, ed.). ASA-SSSA, Inc., Publisher., 595-624.
4. Cabrera, F., López, R., Martinez-Bordiú, A., Dupuy de Lome, E. ve Murillo, J.M. (1996) Land treatment of olive oil mill wastewater. *International Biodeterioration & Biodegradation* 38,3-4, 215-225.
5. Gee, G.W. and Bauder, J.W. (1982) *Particle size analysis*, In: *Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods* (Klute A, ed.). ASA-SSSA. Madison, Wisconsin, USA, 384-412.
6. Gonzalez, M.D., Moreno, E., Quevedo-Sarmiento, J. and Ramos-Cormenzana, A. (1990) Studies on antibacterial activity of waste waters from olive oil mills (alpechin): inhibitory activity of phenolic and fatty acids. *Chemosphere* 20, 423-432.



7. Kavaklı, M. ve Civan, Z. (1999) Zeytin işleme tesisleri ham proses atıksu karakterizasyonu ve arıtım önerileri., *Türkiye'de Çevre Kirlenmesi Öncelikleri Sempozyumu, III*, Cilt I, Kocaeli.
8. Keeney D.R. and Nelson D.W. (1982) *Nitrogen-Inorganic Forms*, In: *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties* (Page AL, ed.). American Soc. Of Agronomy, Inc., Publisher., 643-698.
9. Mc Lean, E.O. (1982) *Soil pH and Lime Requirement*, In: *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties* (Page AL, ed.). American Soc. Of Agronomy, Inc., Publisher., 199-224.
10. Nelson, D.W. and Sommers, L.E. (1982) *Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter*, In: *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties* (Page AL, ed.). American Soc. Of Agronomy, Inc., Publisher., 539-579.
11. Olsen, S.R. and Sommers, L.E. (1982) *Phosphorus*, In: *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties* (Page AL, ed.). American Soc. Of Agronomy, Inc., Publisher., 403-430.
12. Parades, C., Cegarra, J., Roig, A., Sanchez-Monedero, M. A. and Bernal, M.P. (1999) Characterisation of olive mill wastewater (alphechin) and its sludge for agricultural purposes., *Bioresource Technology* 67, 111-115.
13. Ramos-Cormenzana, A., Monteoliva-Sanchez, M. and Lopez, M.J. (1995) Bioremediation of Alphechin. *International Biodeterioration&Biodegradation* 249-268.
14. Resmi Gazete (1991) *Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği*, Ankara.
15. Rhoades, J.D. (1982) *Cation Exchange Capacity*, In: *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties* (Page AL, ed.). American Soc. Of Agronomy, Inc., Publisher., 149-157.
16. Sierra, J., Martí, E., Montserrat, G., Cruañas, R. and Garau, M.A. (2001) Characterisation and evolution of a soil affected by olive oil mill wastewater disposal. *The Science of the Total Environment* 279, 207-214.
17. Ünal, H. ve Başkaya, H.S. (1981) *Toprak Kimyası*. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları:759, Ankara.
18. Vlyssides, A.G., Bouranis, D.L., Loizidou, M. and Karvouni, G. (1996) Study of a demonstration plant for the co-composting of olive-oil-processing wastewater and solid residue. *Bioresources Technology* 56,187-193.